



Attorney Docket No. 03431/LH

**THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Tsutomu OGURA
Serial No. : 10/625,080
Filed : July 22, 2003
For : CAPACITIVE TYPE SENSOR
Art Unit : 2858
Examiner :

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

S I R :

Enclosed are:

Certified copy; priority is claimed under 35 U.S.C. 119:

<u>Number</u>	<u>Country</u>	<u>Filing Date</u>
2002-220198	Japan	July 29, 2002

Respectfully submitted,


Leonard Holtz
Reg. No. 22,974

Dated: January 29, 2004

Frishauf, Holtz, Goodman & Chick, P.C.
767 Third Avenue - 25th Floor
New York, New York 10017-2023
Tel. No. (212) 319-4900
Fax No. (212) 319-5101
LH/sdf
f:\users\dianne\03\03431.pri

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as First Class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date noted below.


S. Dianne Franklin

Dated: January 29, 2004

In the event that this Paper is late filed, and the necessary petition for extension of time is not filed concurrently herewith, please consider this as a Petition for the requisite extension of time, and to the extent not tendered by check attached hereto, authorization to charge the extension fee, or any other fee required in connection with this Paper, to Account No. 06-1378.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 2 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 2 0 1 9 8
Application Number:

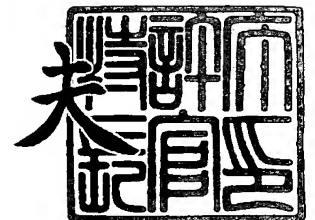
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 2 0 1 9 8]

出 願 人 株式会社山武
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 8 6 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 20020110

【提出日】 平成14年 7月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号 株式会社山武内

 【氏名】 小倉 勉

【特許出願人】

 【識別番号】 000006666

 【氏名又は名称】 株式会社山武

【代理人】

 【識別番号】 100090022

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長門 侃二

 【電話番号】 03-3459-7521

【選任した代理人】

 【識別番号】 100116447

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山中 純一

 【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007537

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電容量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する絶縁基板と、前記絶縁基板の表面に、所定の間隔を置いて対向配置された少なくとも一对の電極と、前記少なくとも一对の電極の間に充填され、かつ前記少なくとも一对の電極を埋設して配置された感湿膜材料とを有する静電容量センサであって、

前記電極が $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する導電材料から成り、前記電極の厚みが $1 \sim 11 \mu\text{m}$ であり、かつ前記一对の電極間の面間距離が $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする静電容量センサ。

【請求項 2】 前記一对の電極を埋設する前記感湿膜材料の内部または上部には、多孔質構造または網目構造の導電性薄膜が形成されている請求項 1 の静電容量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は静電容量センサに関し、更に詳しくは、従来になく形状小型化が可能であり、高温高湿環境下で使用したときのドリフト劣化が抑制されるように設計されている静電容量センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

感湿材料として高分子膜を用いた湿度検出センサは、大別して静電容量を測定するタイプのものと電気抵抗を測定するタイプの 2 種類がある。これらのうち、静電容量を測定して湿度を検出するタイプのものは、湿度応答性が良好で、ヒステリシスが小さく、感湿特性の湿度依存性も小さく、計測可能な湿度・温度範囲も広いという特徴を備えている。

【0003】

後者のタイプのセンサとしては、例えば次のような平行平板型のコンデンサ構造のものが主流となっており、それは既に実使用されている。

そのセンサは、一般に、絶縁基板の片面に、薄い下側電極と、電気絶縁性でかつ感湿特性を有する高分子材料から成る感湿膜と、多孔質構造の薄い上側電極とをこの順序で積層して成るセンサ本体が形成され、下側電極と上側電極のそれぞれからはリード線を引き出した構造のものである。

【0004】

このセンサは次のような作動原理に基づいて環境中の湿度を検出する。

上記センサを例えばある相対湿度の環境下に置くと、環境中の水蒸気ガス（水分子）は多孔質構造の上側電極を透過してその下に位置する感湿膜の表面にまで到達し、更に、当該感湿膜の内部に吸蔵される。

【0005】

その場合の吸蔵現象は、環境中の相対湿度との間で平衡状態が形成されるまで続行する。そして、平衡状態が形成されたのちにあっては、水蒸気ガスの感湿膜への吸蔵と吸蔵ガスの感湿膜からの脱離とが起こり、結局、感湿膜には、環境中の相対湿度に対応するある一定量の水蒸気ガスが吸蔵された状態になる。

【0006】

そして、感湿膜内への水蒸気ガスの上記した吸蔵量は、環境中の相対湿度に比例し、また、コンデンサ構造になっている上記センサ本体の静電容量は感湿膜に吸蔵されている水蒸気ガスの吸蔵量に比例する。

【0007】

したがって、上側電極と下側電極から引き出されている各リード線をインピーダンスアナライザに接続して、センサ本体の静電容量に関する出力信号を検出すれば、その出力信号に基づいて感湿膜への水蒸気ガスの吸蔵量、すなわち、環境中の相対湿度を測定することができる。

【0008】

そして、実際の湿度検出は次のようにして行われる。

まず、組み立てたセンサの感湿特性が測定される。すなわち、温度 25°C で、相対湿度が x_0, x_1, \dots, x_n である基準環境を作成し、各基準環境の中にセンサを配置してインピーダンスアナライザで各基準環境下におけるセンサの検出信号（静電容量） c_0, c_1, \dots, c_n を測定する。そして、相対湿度と検出信号との関

係: x_0 vs c_0 , x_1 vs c_1 , \dots x_n vs c_n を把握し、これを測定装置に記憶させておく。

【0009】

そして実際の湿度検出が行われる。すなわち、このセンサを湿度測定対象の環境の中に配置し、そのときの出力信号を検出する。その出力信号が、仮に c_n であったとすれば、測定対象の環境における相対湿度を x_n として測定装置が読みとる。

この検出方式は、上記した水蒸気ガス以外の分子、例えば極性を有するホルムアルデヒド、アセトン、アルコールなどに対しても適用することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した平行平板型のコンデンサ構造の静電容量センサの場合、次のような問題がある。

【0011】

すなわち、高温高湿環境下で長時間使用していると、その環境における真実の相対湿度に対応した出力信号（静電容量）ではなく、前記相対湿度よりも高い相対湿度に対応した出力信号（静電容量）を発信するという傾向を示すことである。

【0012】

例えば、環境の真実の相対湿度が x_n であったとしても、そのときのセンサの出力信号は $c_n + \Delta c$ となり、そのため、センサとしては環境の相対湿度を x_n として表示するのではなく、 $x_n + \Delta x$ として表示することが起こる。逆にいえば、センサが出力信号 c_n を示したとしても、環境の真実の相対湿度は x_n ではなく、 $x_n + \Delta x$ になっているということである。そしてこのような現象は、通常、センサのドリフト劣化と呼ばれている。

【0013】

また、この平行平板型コンデンサ構造のセンサの場合、インピーダンスアナライザで測定する検出信号（静電容量）の測定値の不確かさを小さくしてその信頼性を高めるためには、厚みが一定であるとすれば、感湿膜の膜面積を大きくする

ことが必要になってくる。

【0014】

そのため、このセンサの場合、全体の形状は大型化し、使用者側の小型化要求に充分に対応しきれないという問題がある。

本発明は、コンデンサ構造のセンサが有している上記したドリフト劣化という一般的な問題を解決し、同時に小型化要求にも対応することができる新規構造の静電容量センサの提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、本発明においては、 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する絶縁基板と、前記絶縁基板の表面に、所定の間隔を置いて対向配置された少なくとも一对の電極と、前記少なくとも一对の電極の間に充填され、かつ前記少なくとも一对の電極を埋設して配置された感湿膜材料とを有する静電容量センサであって、

前記電極が $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する導電材料から成り、前記電極の厚みが $1 \sim 11 \mu\text{m}$ であり、かつ前記電極間の面間距離が $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする静電容量センサが提供される。

【0016】

好ましくは、前記一对の電極を埋設する前記感湿膜材料の内部また上部には、多孔質構造または網目構造の導電性薄膜が形成されているの静電容量センサが提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】

最初に、本発明の静電容量センサに関する設計思想について説明する。

(1) 一般に感湿膜は、高分子材料の重縮合によって形成された骨格部と、この骨格部の中に微細孔の形態をとって3次元的に分布する自由体積部とで構成されている。そして、水蒸気ガスの感湿膜への吸蔵現象とは、水蒸気ガスが上記した自由体積部に捕捉される現象であると解釈することができる。

【0018】

したがって、センサが環境の相対湿度と平衡状態にあるということは、感湿膜の上記自由体積部に、相対湿度に見合った水蒸気ガスが吸蔵されており、そのうえで等量の吸蔵水蒸気ガスと脱離水蒸気ガスが自由体積部に出入りしている状態であると考えてよい。

【0019】

(2) そして、このセンサが高温高湿環境下に置かれると、感湿膜は膨潤し、またこの感湿膜を挟み込んでいる一対の電極も熱膨張する。

感湿膜が膨潤すると、自由体積部の相対的な体積割合は増加してその自由体積部に吸蔵される水蒸気ガスは膨潤前（すなわち基準環境下の状態）に比べて増量する。そして、吸蔵された水蒸気ガスの一部はクラスター化し、それは、センサを高温高湿環境から基準環境下に戻しても自由体積部内に滞留する。

【0020】

その結果、この状態で計測される静電容量は、基準環境下で計測された静電容量に比べて、増量し、クラスター化した水蒸気ガスの静電容量に相当する分だけ大きい値となる。

【0021】

逆にいえば、仮に高温高湿環境下におけるセンサの検出信号が c_n であったとしても、それは基準環境下で計測した相対湿度 x_n に相当する信号ではなく、実際は、相対湿度 $x_n + \Delta x$ に対応する信号になっている。

【0022】

(3) ドリフト劣化は上記したメカニズムに基づいて生起する。したがって、このメカニズムの発生を防止または抑制するためには、センサを高温高湿環境下に置いたときに、感湿膜が膨潤してその自由体積部の割合が増加しないようにすればよい。

【0023】

上記したことを実現するために、本発明では、感湿膜をその両面から挟み込んでいる一対の電極を、その線熱膨張係数が少なくとも感湿膜を構成する高分子材料の線熱膨張係数よりも小さい材料で形成し、かつその電極を、感湿膜と同程度の線熱膨張係数を有する絶縁基板に固定配置する。このようにすれば、センサを

高温高湿環境下に置いたときに生起する感湿膜の膨潤は、その感湿膜の両面に固定配置され、しかも熱膨張量が小さい一対の電極によって強制的に抑制されることになる。このとき、電極が配置されている絶縁基板も当該電極と同程度の熱膨張量になるので、電極と絶縁基板の相互の位置関係は変わらない。

【0024】

本発明のセンサは、基本的には、以上の設計思想に立脚してなされたものであり、かつ、製造のしやすさ、静電容量の測定値に関する信頼性の確保などの要素も考慮して開発されたものである。

【0025】

本発明のセンサの1例Aを図1と図2に示す。図1はセンサAの平面図であり、図2は図1のII-II線に沿う断面図である。

このセンサAでは、いずれも後述する厚み(t)を有する電極2Aと電極2Bから成る一対の電極2が前記絶縁基板1の表面1aに固定配置されている。

【0026】

そして、電極2Aと電極2Bの先端部は複数に分割され、それぞれの先端部2a、2bは互いに所定の面間間隔(d)をおいて櫛歯状に組合されて対向配置されている。

【0027】

また、上記した先端部2aと先端部2bの間を感湿膜材料3で充填して厚みがdの感湿膜3Aが形成され、同時に電極2Aと電極2Bの上部にはこれら電極を埋設して上部感湿膜3Bが形成されている。

【0028】

したがって、電極の先端部2a、2bの間には、感湿膜材料3が充填されて感湿膜が形成されることにより、ここに、先端部2a－感湿膜材料(感湿膜)3A－先端部2bから成る縦型コンデンサ構造Cが絶縁基板1の上に複数個(図では8個)形成される。

【0029】

このセンサAは、電極2Aと電極2Bのそれぞれの端部に例えば導電性接着剤を用いてリード線(図示しない)を取付け、リード線をインピーダンスアナライ

ザに接続し、測定対象の環境下に置き、そのときの静電容量を測定するという態様で使用される。

【0030】

このセンサAにおいて、まず絶縁基板1としては、電極材料の線熱膨張係数と同程度であるが、しかし感湿膜の線熱膨張係数より小さい線熱膨張係数を有する電気絶縁性の材料から成る基板であれば何であってもよく、例えば、ガラス；石英；シリコン；窒化ケイ素，窒化アルミニウム，ジルコニア，サイアロンのようなセラミックス；サファイアなどの基板をあげることができる。これらのうち、ガラス基板は価格の点や基板加工が行いやすいなどの点から好適である。

【0031】

ここで、感湿膜材料3としては、電気絶縁性でかつ感湿特性を備えるものであれば何であってもよく、例えば、ポリイミド，ポリスルホン，ポリエーテルスルホン，ポリエーテルイミド，ポリエーテル，ポリアミドイミド，ポリフェニレンオキサイド，ポリカーボネート，ポリメタクリル酸メチル，ポリブチレンテレフタレート，ポリエチレンテレフタレート，ポリエチルエーテルケトン，ポリエーテルケトン，セルロースアセテートブチル，セルロースアセテートなどの有機高分子材料、および架橋高分子材料をあげることができる。

【0032】

これらのうち、腐食環境下でも変質を起こしづらく、感湿特性の長期安定性が良好であるという点で架橋ポリイミドが好適である。

電極2A，電極2Bの構成材料は、上記した感湿膜材料よりも線熱膨張係数が小さい値の材料であることが必要である。センサAを高温高湿環境下に置いたときに、感湿膜3が膨潤することを強制的に抑止するためである。

【0033】

なお、上記した感湿膜材料3の線熱膨張係数は、概ね $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以上の値である。

したがって、センサAの製造に用いる電極材料としては、線熱膨張係数が $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の値を有する導電材料であることが必要になる。

【0034】

このようなことから、電極 2 A、電極 2 B の構成材料としては、例えば、Si、SiC、GaAs、ポリシリコンなどをあげることが出来る。これらのうち、製造がしやすい、入手しやすいなどの点から、電極材料としては、Si であることが好ましい。

【0035】

上記した構造において、電極 2 A と電極 2 B の厚み、したがって先端部 2 a、2 b の厚み (t) は $1 \sim 11 \mu\text{m}$ に設定され、また、電極 2 A と電極 2 B との間隔、具体的には縦型コンデンサ構造 C を形成している先端部 2 a と先端部 2 b の面間間隔 (d) は $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ に設定される。

【0036】

厚み (t) を $1 \mu\text{m}$ より薄くしたり、また面間間隔 (d) を $5 \mu\text{m}$ より広くすると、図 2 で示した縦型コンデンサ構造 C の容量が小さくなりすぎてその検出信号が弱くなり、インピーダンスアナライザで目盛実測される測定値 (静電容量) の信頼性が低下する。

【0037】

目盛実測された測定値が、相対湿度 1 % 以下まで信頼できる値として測定可能にするためには、厚み (t) は $1 \mu\text{m}$ 以上とし、また面間間隔 (d) を $5 \mu\text{m}$ 以下に設定することが必要である。

【0038】

一方、面間間隔 (d) を $0.5 \mu\text{m}$ より薄くすると、後述する感湿膜の形成時に、先端部 2 a、2 b の間に感湿膜材料の樹脂液が充填されにくくなるとともに、その後の架橋重合の進行が不十分となり、その結果、良好な感湿特性を有する感湿膜の形成が困難になる。すなわち、不良品の発生率が高くなる。

【0039】

また、厚み (t) を $11 \mu\text{m}$ より厚くすると、感湿膜中への水蒸気ガスの吸蔵・脱離が悪くなり、その結果、センサ A のヒステリシスが急激に悪化して測定値の信頼性が大幅に低下する。

【0040】

このセンサ A では、測定値 (静電容量) は縦型コンデンサ構造 C の静電容量と

して仮定されている。しかしながら、実際問題としては、電極 2 A（先端部 2 a）と電極 2 B（先端部 2 b）の上にも上部感湿膜 3 B が形成されているので、電極 2 A－上部感湿膜 3 B－電極 2 B でも 1 個のコンデンサ構造を構成している。そのため、実測される静電容量は、縦型コンデンサ構造 C の静電容量の外に、このコンデンサ構造の静電容量も加算された値になっている。

【0041】

必要な測定値は縦型コンデンサ構造 C の静電容量であるから、上記したコンデンサ構造の影響を測定値から消去することが好ましい。

上記したことを考慮して、本発明においては、図 3 で示したように、電極 2 A（先端部 2 a）と電極 2 B（先端部 2 b）の上方に位置する上部感湿膜 3 B の中に、導電材料で多孔質構造または網目構造の膜 4 を形成し、それをシールド膜として機能させる構造のセンサ A₁ が提供される。

【0042】

このセンサ A₁ の場合、電極 2 A－上部感湿膜 3 B－電極 2 B から成るコンデンサ構造による静電容量の影響がシールド膜 4 の作用で消去され、測定値はほとんどが縦型コンデンサ構造 C の静電容量として測定されることになる。

【0043】

次に、センサ A、センサ A₁ の製造方法の 1 例を以下に説明する。

まず、絶縁基板 1 と導電性基板を接合した接合基板を製造する。ここで、導電性基板は、本発明のセンサにおける電極になる部材である。なお、この接合基板としては、例えばガラス基板の片面に Si ウェハが接合されている市販の SOI（Silicon On Insulator）を用いることができる。

【0044】

ついで、接合基板の導電性基板に研磨処理またはエッチング処理を施して、当該導電性基板を前記した厚み（t）となるまで薄膜化して、図 4 で示したような出発基板を製造する。

【0045】

ついで、この基板の導電性薄膜に対し、例えばフォトリソグラフィーとエッチング、または ICP エッチングを行って、当該薄膜を、図 1 と図 2 で示したよう

な電極 2 A（先端部 2 a）、電極 2 B（先端部 2 b）にパターニングして中間材を製造する（図 5）。

【0046】

ついで、電極 2 A、2 B の間に感湿膜材料を充填して感湿膜 3 A を形成し、また、電極 2 A、2 B を埋設して上部感湿膜 3 B を形成し、図 6 で示したコンデンサ構造を製造する。

【0047】

具体的には、所定の高分子材料から成り、所定の粘度に調整した樹脂液を中間材の上に例えばスピコート法で塗布したのち、熱処理を施し、乾燥、更に架橋重合して感湿膜にする。

【0048】

そして最後に、電極の上の感湿膜の一部を除去して電極表面を露出させ、そこにリード線を接合することにより、本発明のセンサ A が得られる。

なお、センサ A₁ を製造する際には、図 6 で示したセンサ A の上部感湿膜 3 B の上に、厚みが数百～数千 Å 程度の多孔質構造または網目構造のシールド膜 4 を形成し、更にその上にオーバコート膜を成膜すればよい。

【0049】

図 3 は、本発明の別のセンサ例 A₂ を示す平面図である。

このセンサ A₂ は、いずれも厚みが 1～11 μm である電極 2 A と電極 2 B の先端部がそれぞれ円弧状になっていて、各円弧状の先端部が対向配置されている。そして、各円弧状の先端部間の面間間隔は 0.5～5 μm になっていて、ここに充填される感湿膜材料と組合わさって縦型コンデンサ構造が形成されている。

【0050】

図 8 は、本発明の更に別のセンサ例 A₃ を示す平面図である。

このセンサ A₃ の場合、電極 2 A と電極 2 B の先端部はそれぞれ凹凸状で対向配置されている。そして、各先端部の間には感湿膜材料が充填されてコンデンサ構造が形成されている。

【0051】

図 9 と、図 9 の X-X 線に沿う断面図である図 10 は、本発明の更に別のセン

サ B を示す。

このセンサ B の場合は、絶縁基板 1 の上に、先端部 2 a が互いに連結している下側電極 2 A と、同じく先端部 2 b が互いに連結し、かつ下側電極 2 A の上方に位置する箇所は開口部 2 c になっている上側電極 2 B が形成されている。

【0052】

上側電極 2 B の先端部 2 b と下側電極 2 A の先端部 2 b は、互いに櫛歯状に対向配置されており、先端部 2 a と先端部 2 b の間には感湿膜材料 3 が介在して感湿膜を形成し、複数（図では 14 個）の縦型コンデンサ構造が形成されている。

【0053】

このセンサ B においても、先端部 2 a と先端部 2 b の厚み (t) は $1 \sim 11 \mu\text{m}$ に設計されており、先端部 2 a と先端部 2 b の面間間隔 (d) は $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ に設計されている。

【0054】

このセンサ B の場合、水蒸気ガスは上部電極 2 B の開口部 2 c を介して感湿膜 3 で吸蔵・脱離される。各縦型コンデンサ構造の静電容量は、各先端部が連結しているので、下部電極 2 A の 1 箇所と上部電極 2 B の 1 箇所にそれぞれ接合されたリード線を介して測定される。

【0055】

【実施例】

実施例 1

図 1 と図 2 で示したセンサ A を次のようにして製造した。

【0056】

ガラス基板の片面に Si ウェハが接合されている SOI の Si ウェハ側を研磨して、異なる厚み (t) の Si 薄膜を有する基板にした。

ついで、Si 薄膜の厚みが異なってそれぞれの基板の当該 Si 薄膜に ICP エッチングを施して、先端部 2 a と先端部 2 b の面間間隔 (d) が $5 \mu\text{m}$ である電極 2 A と電極 2 B をパターンニングした。

【0057】

この電極パターンの上からポリイミド系樹脂液を塗布したのち、温度 300°C

で熱処理して架橋重合を進めて感湿膜 3 を形成し、コンデンサ構造 C を有する各種のセンサ A を製造した。

【0058】

なお、Si の線熱膨張係数は $3.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ポリイミド感湿膜の線熱膨張係数は $5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ である。

ついで、電極 2 A と電極 2 B の端部を覆う感湿膜を除去し、表出した各端部に Cu リード線を導電接着剤で接合した。

【0059】

これらのセンサにつき、まず、温度 25°C で相対湿度 10 % の雰囲気中に放置してそのときの静電容量 (C_1 : pF) を測定し、続いて、温度 40°C で相対湿度 90 % の雰囲気中に 20 時間放置したのち、再び温度 25°C で相対湿度 10 % の雰囲気中に戻し、そのときの静電容量 (C_2 : pF) を測定した。

【0060】

測定は、LCZ メータを用いて行った (測定条件: 周波数 100 kHz、印加電圧 1.0 V)。

C_1 値の方が C_2 値より大きくなる。これは、後者の高温高湿環境下で吸蔵された水蒸気ガスの一部が前者の環境下に戻った時点ではクラスター化しているためである。

【0061】

したがって、 $C_1 - C_2$ をセンサの感湿ヒステリシスと呼ぶ。この値を電極の厚み (t) との関係として図 11 に示した。

図 11 から明らかなように、電極の厚み (t) が $11 \mu\text{m}$ より厚くなると、センサの感湿ヒステリシスは急激に大きくなり、測定値の信頼性は大幅に低下する。

【0062】

実施例 2

電極 2 A, 2 B の厚み (t) は $5 \mu\text{m}$ と一定にし、面間間隔 (d) を変化させた以外は、実施例 1 と同様にして各種のセンサ A を製造した。

【0063】

この製造工程においては、面間間隔 (d) が狭くなると感湿膜に欠陥が生じて製造歩留まりが低下した。

そこで、面間間隔 (d) が $3\ \mu\text{m}$ であるときの製造歩留まりを 100 とした場合に、面間間隔 (d) を変化させたときの製造歩留まりの相対指数を求めた。その結果を図 12 に示した。

【0064】

図 12 から明らかなように、面間間隔 (d) が $0.5\ \mu\text{m}$ より狭くなると、製造歩留まりは急激に低下している。

実施例 3

SOI を用い、また感湿膜材料としてポリイミドを用いて電極 (先端部) の厚み (t) が $5\ \mu\text{m}$ 、電極 (先端部) の面間間隔 (d) が $5\ \mu\text{m}$ であり、上部感湿膜 3B の厚みが $3\ \mu\text{m}$ であり、かつ、この上部感湿膜 3B の中に Cr から成る厚み $2000\ \text{\AA}$ のシールド膜が配置されている、図 3 で示した構造のセンサ A_1 を製造した。

【0065】

いずれも温度が 25°C で、相対湿度が例えば 10%, 25%, 45%, 70%, 90% の 5 水準で管理されているそれぞれの基準環境を作成し、これら環境にセンサを配置し、そのときの静電容量を測定した。

【0066】

ついで、センサを、温度 40°C で相対湿度 90% の環境下に 200 時間放置したのち、再度、上記したそれぞれの基準環境に戻し、そのときの静電容量を測定した。

【0067】

計測された静電容量 (これを C_x で表す) と、相対湿度 10% の基準環境で測定された静電容量 (これを C_{10} で表す) との比 (C_x/C_{10}) を計算し、その値と上記した相対湿度との関係を図 13 に示した。

【0068】

図 13 から明らかなように、センサ A_1 の C_x/C_{10} 値は、相対湿度 70% までは直線性が保たれている。すなわち、このセンサは高温高湿環境下に長時間曝さ

れてもドリフト劣化の小さいセンサになっている。

【0069】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明の静電容量センサは、それを湿度検出センサとして用いた場合、高温高湿環境下においてもドリフト劣化を起こしづらく、信頼性の高い湿度信号を発信している。

【0070】

これは、縦型コンデンサ構造を構成する電極と感湿膜との間で、電極材料の線熱膨張係数を感湿膜の線熱膨張係数より小さくして、感湿膜の膨潤が抑制されるように構造設計したことによってもたらされた効果である。

【0071】

したがって、このセンサは、例えば燃料電池における湿度検出や、施設園芸栽培分野のように極めて高湿の環境を形成することが必要とされる分野に使用して有効である。

【0072】

また、本発明の静電容量センサにおけるコンデンサ構造は、平行平板型のコンデンサ構造と異なり、縦型の構造になっているので、コンデンサ構造を小面積の中に多重化して全体として広い面積（大容量）を、小面積の基板に内蔵させることができる。すなわち、測定される静電容量を下げることなく全体の小型化が可能である。

【0073】

なお、以上の説明は測定対象が環境中の湿度である場合について行ったが、本発明の静電容量センサはこれに限定されるものではなく、高分子膜への吸蔵とその脱離により静電容量を変化させるようなガス類であれば、それを検出対象とするセンサとして使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のセンサの1例Aを示す平面図である。

【図2】

図 1 の II-II 線に沿う断面図である。

【図 3】

本発明の別のセンサの 1 例 A_1 を示す断面図である。

【図 4】

センサ A_1 を製造する際の出発基板を示す断面図である。

【図 5】

図 4 の出発基板に電極を形成した状態を示す断面図である。

【図 6】

感湿膜を形成した状態を示す断面図である。

【図 7】

本発明のセンサの別の例 A_2 を示す平面図である。

【図 8】

本発明のセンサの更に別の例 A_3 を示す平面図である。

【図 9】

本発明のセンサの更に他の例 B を示す平面図である。

【図 10】

図 9 の X-X 線に沿う断面図である。

【図 11】

実施例 1 において、電極の厚みと感湿ヒステリシスとの関係を示すグラフである。

【図 12】

実施例 2 において、電極の面間間隔と製造歩留まりとの関係を示すグラフである。

【図 13】

実施例 3 において、 C_x/C_{10} と相対湿度との関係を示すグラフである。

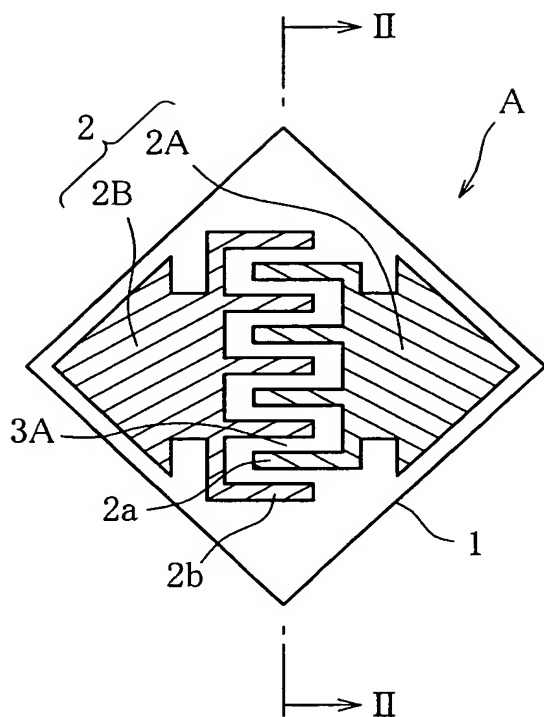
【符号の説明】

- 1 絶縁基板
- 2 A, 2 B 電極
- 2 a, 2 b 電極 2 A, 2 B の先端部

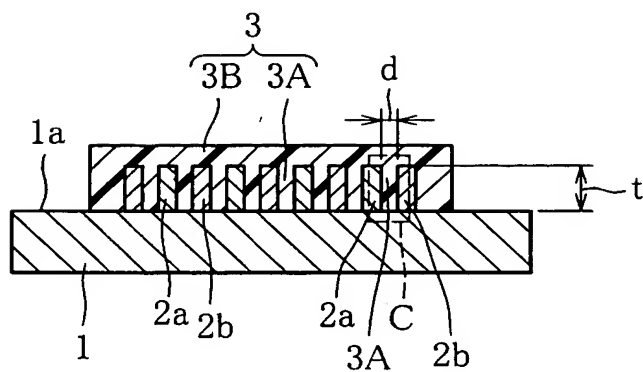
- 3 感湿膜材料
- 3 A 感湿膜
- 3 B 上部感湿膜
- 4 シールド膜

【書類名】 図面

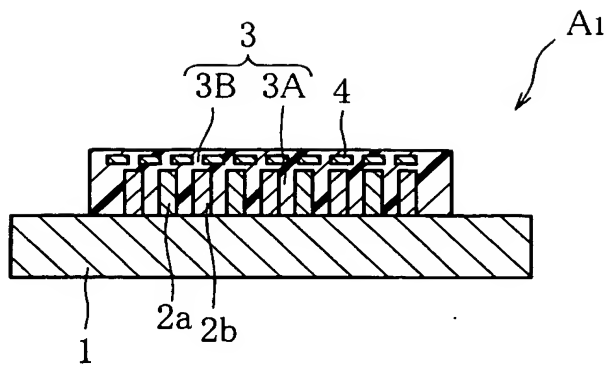
【図 1】



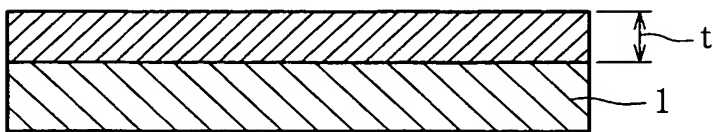
【図 2】



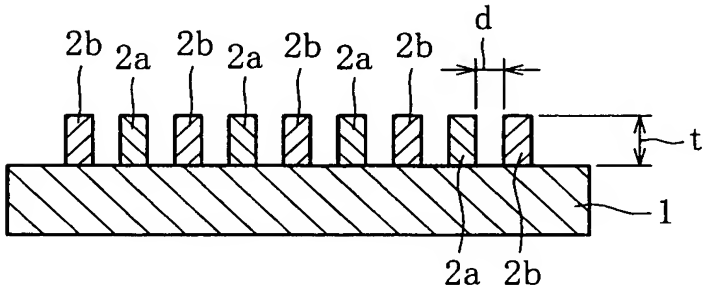
【図 3】



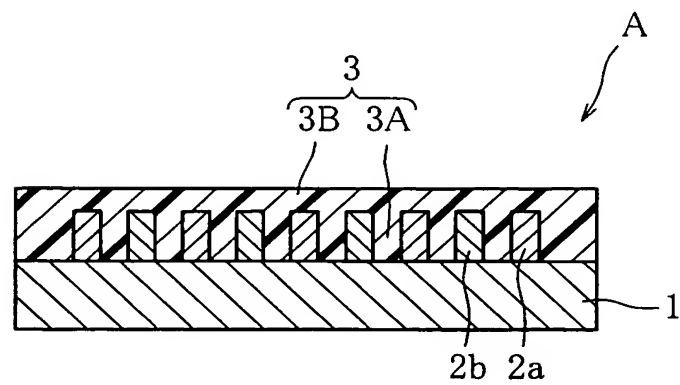
【図 4】



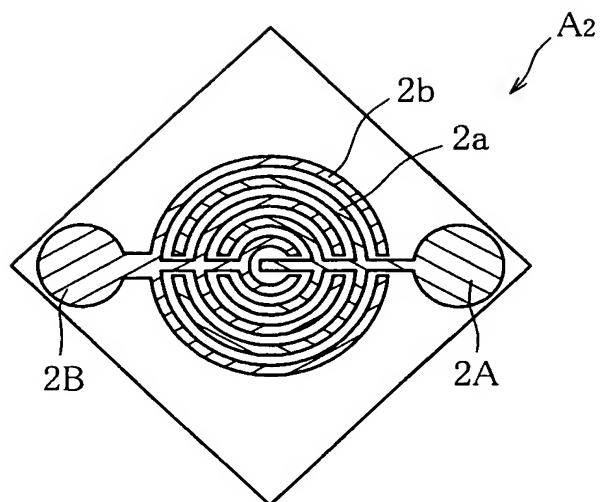
【図 5】



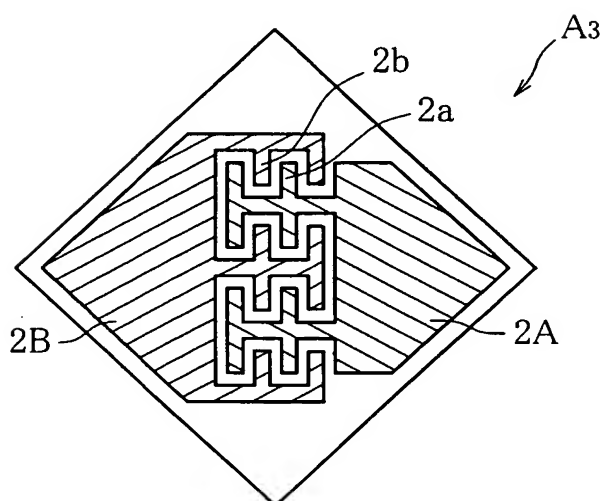
【図 6】



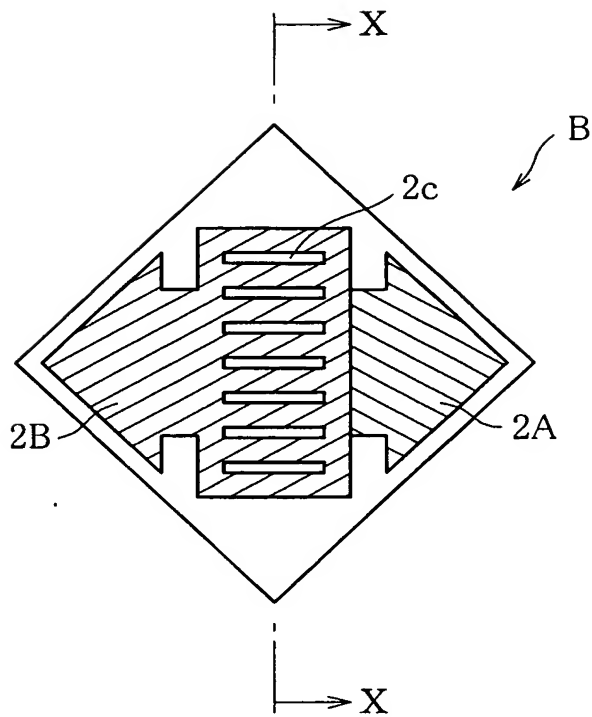
【図 7】



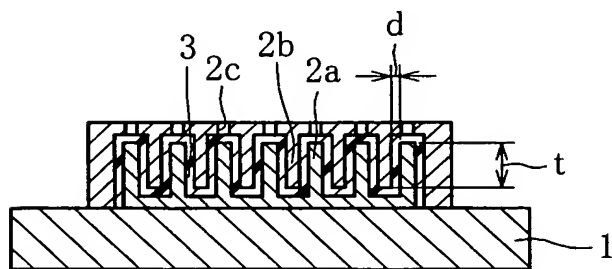
【図 8】



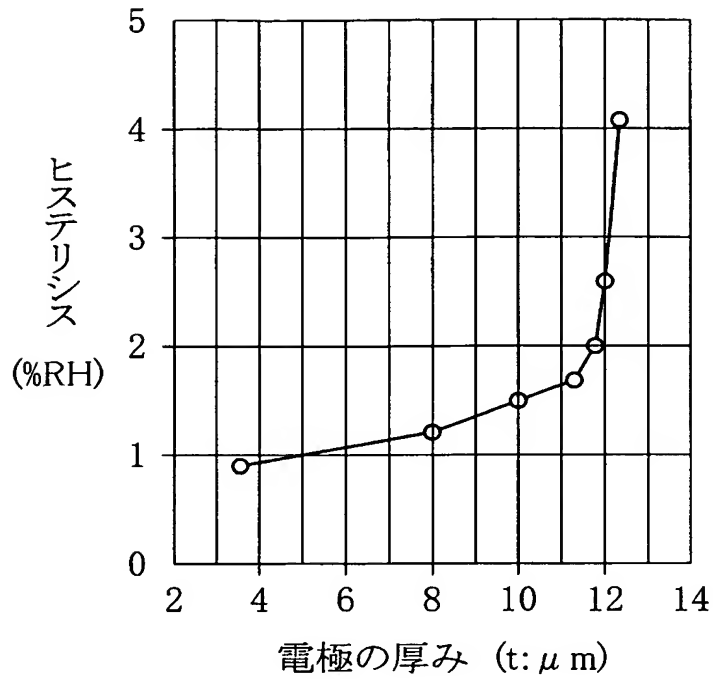
【図 9】



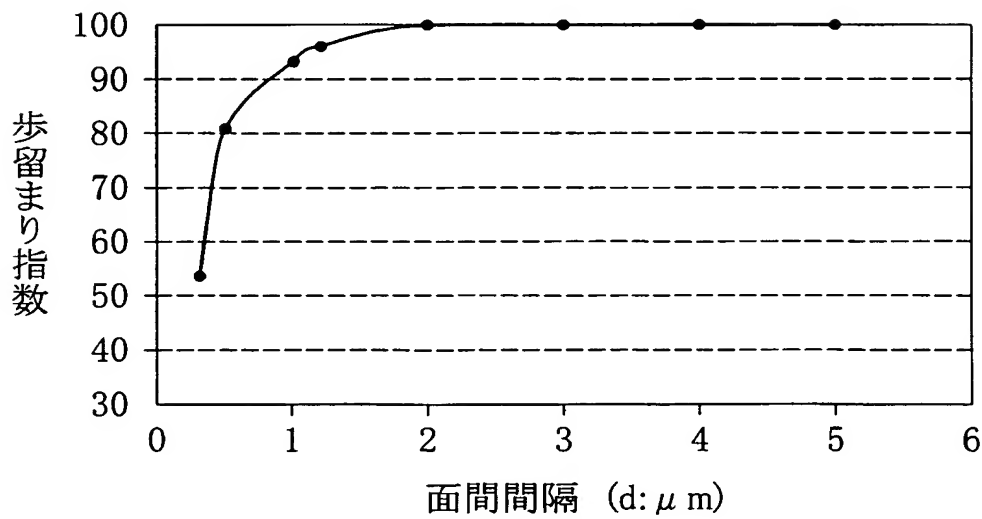
【図 10】



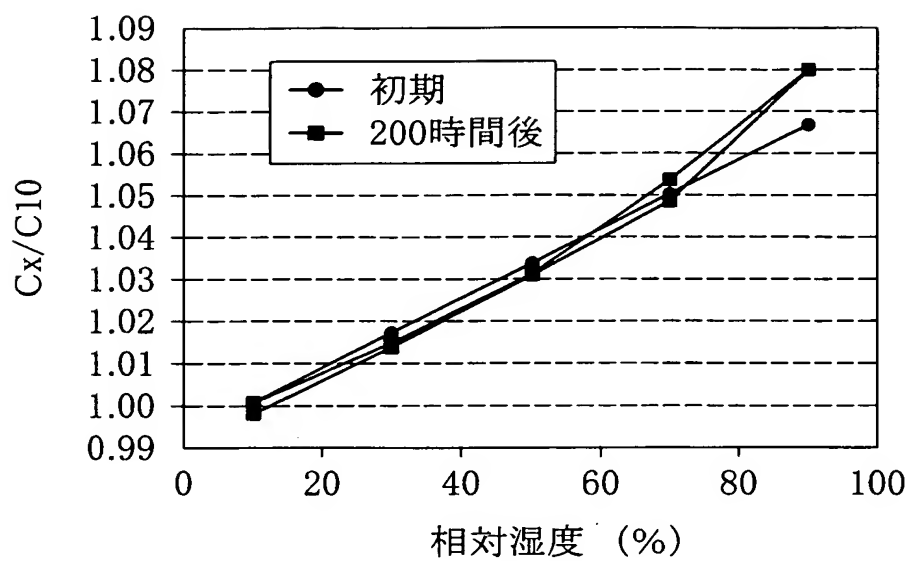
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温高湿環境下に長時間置かれてもドリフト劣化が起こりづらく、また形状小型化が可能な静電容量センサ、とりわけ湿度検出センサを提供する。

【解決手段】 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する絶縁基板 1 と、その絶縁基板 1 の表面に、所定の間隔を置いて対向配置された一对の電極 2 a, 2 b と、一对の電極 2 a, 2 b の間に充填され、かつ一对の電極 2 a, 2 b を埋設して配置された感湿膜材料 3 とを有する静電容量センサであって、一对の電極 2 a, 2 b が $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下の線熱膨張係数を有する導電材料から成り、一对の電極 2 a, 2 b の厚み (t) が $1 \sim 11 \mu\text{m}$ であり、かつ一对の電極 2 a, 2 b 間の面間間隔 (d) が $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ である静電容量センサ。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 2 0 1 9 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 6 6 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 1 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号
氏 名 山武ハネウエル株式会社
2. 変更年月日 1 9 9 8 年 7 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都渋谷区渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号
氏 名 株式会社山武